

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA PELÍCULA PLATEADA DEL CAFÉ (*Coffea arábica*) EN VARIEDADES COLOMBIA Y CATURRA

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE COFFEE SILVERSKIN (*Coffea arábica*) IN VARIETIES COLOMBIA AND CATURRA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ (*Coffea arábica*) EM VARIEDADES COLÔMBIA E CATURRA

Diego A. Sánchez¹, Cecilia Anzola V.^{2*}

Recibido: 22/02/2012 – Aceptado: 16/07/2012

RESUMEN

La película plateada del café es un residuo que se produce en gran volumen durante los procesos de trilla y torrefacción de este. En la actualidad no se le da ningún tipo de uso, a excepción de servir como abono o combustible, aunque sería de gran utilidad para mejorar el contenido de fibra en alimentos y así facilitar el proceso digestivo, y también como un potencial antioxidante para mejorar su calidad. En el presente estudio se trabajó con dos muestras de película plateada provenientes de dos variedades de café representativas del país, Colombia y Caturra. Se hizo el análisis proximal del contenido de fibra extraída y la actividad antioxidante de la película plateada, observando que el contenido de fibra dietaria total es del 70 %, correspondiendo un 95,3 % a la fibra dietaria insoluble. Además se realizó extracción de los compuestos fenólicos, empleando un sistema metanol:acetona y

la cuantificación por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, donde se encontró que el 1,2 % de la película corresponde a estos compuestos. La actividad antioxidante fue determinada por los métodos de ABTS, FRAP y DPPH encontrándose 3,75, 7,40 y 1,22 mmol de trolox por 100 g de película plateada respectivamente, resultado comparable con otros residuos de frutas que presentan un alto potencial antioxidante. La actividad antioxidante relevante de la película plateada puede ser atribuida a algunos productos de la reacción de Maillard, como las melanoidinas.

Los resultados encontrados sugieren que la película plateada del café presenta un alto potencial, como ingrediente funcional en la industria alimenticia, con el fin de posiblemente ser adicionada en alimentos de consumo masivo como pan, galletas, carnes o embutidos, en consideración de su alto contenido de fibra dietaria.

¹ dasanchezro@unal.edu.co

² canzolav@unal.edu.co

* Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, carrera 30 N.º 45-03, Bogotá, Colombia.

Palabras clave: película plateada, fibra dietaria total, actividad antioxidante, fenoles, *Coffea arabica*, ABTS, FRAP, DPPH.

ABSTRACT

The coffee silverskin is a residue of coffee produced in large volume processes during threshing and roasting it. At present is not given any use, except to serve as fertilizer or fuel, but would be very useful to improve the fiber content in foods and to facilitate the digestive process and also as a potential antioxidant to improve quality thereof. In the present study we worked with two silverskin samples from two varieties coffee representative of our country; Colombia and Caturra. It was the proximate analysis of fiber content and antioxidant activity of the silverskin which clearly shows that the total dietary fiber content is 70 % and a high content of insoluble dietary fiber (66 %). We also carried out extraction of phenolic compounds, using a methanol:acetone and quantification by the spectrophotometric method of Folin-Ciocalteu, which found that 1,2 % of the silverskin correspond to these compounds. The antioxidant activity was determined by the ABTS, FRAP and DPPH methods, found 3,75, 7,40 and 1,22 mmol of trolox per 100 g of silverskin, respectively; the result is comparable with other wastes as some fruits shells which have a marked activity. Significant antioxidant activity of the silverskin can be attributed to certain products of the Maillard reaction, such as melanoidins.

The results suggest that coffee silver film has a high potential as a functional ingredient in the food industry to be added in consumer foods such as bread,

biscuits, meat or sausages, considering its high content of dietary fiber and marked antioxidant activity.

Key words: Silverskin, Dietary Fiber Total, Antioxidant Activity, Phenols, *Coffea arabica*, ABTS, FRAP, DPPH.

RESUMO

A película prateada do café é um resíduo que é produzido em grandes volumes durante os processos de separação e torrefação do mesmo. Atualmente não se lhe dá nenhum tipo de uso, à exceção de servir como adubo ou combustível, apesar de que seria de grande utilidade para melhorar o conteúdo de fibra em alimentos e assim facilitar o processo digestivo e também como um potencial antioxidante para melhorar a qualidade dos mesmos. No presente estudo se trabalhou com duas amostras de película prateada provenientes de duas variedades de café representativas do nosso país, Colômbia y Caturra. Foi realizada a análise proximal do conteúdo de fibra e a atividade antioxidante da película prateada onde se mostra com claridade que o conteúdo de fibra dietética total é de 70 % e com um alto conteúdo de fibra dietética insolúvel (66 %). Adicionalmente, se realizou a extração dos compostos fenólicos, utilizando um sistema metanol:acetona e quantificação pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, onde se encontrou que 1,2 % da película corresponde a estes compostos. A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos de ABTS, FRAP y DPPH encontrando se 3,75, 7,40 e 1,22 mmol de trolox por 100 g de película prateada respectivamente, resultado comparável com outros resíduos como algumas cascas de fru-

tas que tem uma atividade marcada. A atividade antioxidante relevante da película prateada pode ser atribuída a alguns produtos da reação de Maillard, como as melanoidinas. Os resultados encontrados sugerem que a película prateada do café apresenta um alto potencial como ingrediente funcional na indústria alimentícia com o fim de ser adicionada em alimentos de consumo massivo como o pão, bolachas, carnes ou embutidos, considerando o seu alto conteúdo de fibra dietética e marcada atividade antioxidante.

Palavras-chave: película prateada, fibra dietética, atividade antioxidante, *Coffea arabica*, ABTS, FRAP, DPPH.

INTRODUCCIÓN

Según la Real Academia Española, el término “café” proviene del vocablo italiano *caffè*, que se deriva de la palabra turca *kahve*, y esta a su vez del árabe clásico *qahwah*. El origen del café se sitúa en Etiopía, en Kaffa, mientras que la introducción del café en América se hizo en 1718 de manera paulatina, empezando por la colonia holandesa de Surinam y seguida por plantaciones en la

Guyana Francesa. En 1730 los británicos introdujeron el café en Jamaica y, posteriormente, se extendió al resto de Sur y Centroamérica (1).

En Colombia se cultiva el café de la especie arábico, la cual produce una bebida suave y de mayor aceptación en el mercado. Algunas de las variedades de este café cultivado en el país son el Maragogipe, Borbón, Tabi, Típica, Castillo, Caturra y Colombia, siendo estas tres últimas variedades las que se cultivan en mayor proporción; la gran diferencia radica en que la variedad Caturra es susceptible al ataque de la roya, mientras que las variedades Colombia y Castillo presentan resistencia al ataque (2).

El fruto de café (Figura 1) es una cereza que se divide en tres capas: epicarpio o piel, que es la capa más externa; mesocarpio o pulpa, que forma una pulpa dulce y aromática de naturaleza mucilagínosa, protegida por una película de celulosa amarillenta denominada pergamino o endocarpio, y finalmente una capa denominada integumento o película plateada, que cubre a los dos granos de forma ovalada denominados endosperma (1).

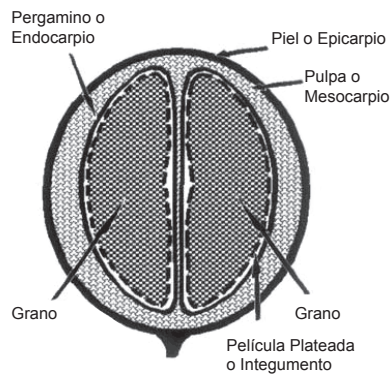


Figura 1. Grano de café

La calidad en taza del café se encuentra estrictamente relacionada con los dos métodos empleados en el procesamiento o beneficio del café verde, conocidos como proceso vía seca y proceso vía húmeda (3). El beneficio del café es el proceso que remueve las envolturas que cubren la semilla del fruto del café; sin importar el método con el que se realice el beneficio, este produce una serie de residuos de alta magnitud; en el proceso seco, para obtener 1 ton de café limpio se produce una ton de piel externa, pulpa, pergamino y película plateada, mientras que en el proceso húmedo, para obtener 1 ton de café limpio se producen 0,16 ton de pergamino, 0,9 ton de película plateada, 2 ton de pulpa y 22,7 ton de aguas residuales (4).

La película plateada del café es usada en algunos países occidentales como abono o combustible (4). Diversos estudios han encontrado propiedades saludables en la película plateada del café, relacionadas principalmente con la capacidad antioxidante y los altos contenidos de fibra dietaria total (5, 6).

Borrelli y colaboradores (5) reportan la composición química de la película plateada del café italiano, encontrando un alto contenido de fibra dietaria total (62 %), siendo mayor la proporción en el contenido de fibra dietaria insoluble (aproximadamente el 54 % en peso seco), resaltando también su actividad antioxidante (1,92 mmol de trolox/100 g de película por el método de ABTS).

Asimismo, Fogliano y colaboradores (6) reportan la composición química de

la película plateada de diferentes tipos de café, tanto de variedad Arábica como de Robusta, encontrando un mayor contenido de fibra dietaria total en variedades de película plateada de café tipo arábica (aproximadamente el 68 %) que en las de tipo robusta (aproximadamente el 55 %); de igual manera la actividad antioxidante determinada por el método de ABTS presentó un valor representativo para la película plateada de la variedad Arábica (aproximadamente 3 mmol de trolox/100 g de película), mientras que en las de tipo robusta la actividad fue de 2 mmol de trolox/100 g de película.

Mora (7) reporta la presencia de tres tipos de compuestos aislados del extracto etéreo de la película plateada: hidrocarburos alifáticos de 16 a 28 átomos de carbono, ácidos grasos como el palmítico, el araquídico, el behénico y el lignocérico, y esteroides libres como el campesterol, el estigmasterol y el sitosterol.

Estudios previos (8) han establecido una relación entre el consumo de café u otras bebidas cafeinadas con la disminución del riesgo a desarrollar enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson.

El propósito del presente trabajo fue realizar el estudio químico de la película plateada del café en la especie *Coffea arábica*, específicamente en las variedades Colombia y Caturra, que son las cultivadas en el país y de las cuales no se tienen reportes en la literatura, con el fin de investigar si presentan propiedades que permitan evaluar su posible uso en la industria alimenticia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Película plateada del café

La película plateada se obtuvo del proceso de torrefacción de las muestras del café verde. Se trabajó con dos clases de película plateada, provenientes de las variedades Caturra y Colombia, suministradas por la Federación Nacional de Cafeteros y recolectadas en la zona cafetera del departamento de Quindío. Se realizó una homogenización de las muestras por molienda en tamiz de 2 mm de diámetro, con el fin de facilitar los subsiguientes análisis químicos; posteriormente las muestras se almacenaron a temperatura ambiente y en bolsa hermética en la oscuridad, para evitar cambios en sus propiedades por efecto de la luz.

Composición química

La composición química de las dos muestras de película plateada fueron determinadas siguiendo los métodos: humedad y cenizas por método gravimétrico (9); contenido de grasa total por extracción sólido-líquido con éter de petróleo en instrumento Soxhlet (9), contenido de azúcares reductores por el método del fenol-sulfúrico o método de Dubois (19), y contenido total de proteína por los métodos de Kjeldahl y Bradford (10).

La determinación de fibra dietaria soluble (FDS) e insoluble (FDI) fue realizada por el método de Prosky (5, 9, 11), el cual tiene dos pasos fundamentales: el primero una digestión enzimática de la muestra con α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa para hidrolizar polisacáridos, proteínas y carbohidratos respectivamente, en sus condiciones óptimas

de pH y temperatura, y el segundo una precipitación con etanol al 96 % con el fin de obtener la fibra dietaria insoluble. Los experimentos fueron replicados cuatro veces para cada una de las muestras de película plateada del café.

Extracción de fenoles (12)

La determinación de fenoles totales y la actividad antioxidante se realizó sobre 1 g de película plateada, haciendo una extracción sólido-líquido con 10 ml de una mezcla metanol:acetona (50:50), colocando la muestra a reflujo durante 30 min a 50 °C; se centrifugó a 6000 rpm por 15 min a 4 °C, guardando el sobrenadante en oscuridad; el residuo fue sometido a tres extracciones posteriores con acetona:agua (70:30). Los sobrenadantes se reunieron y almacenaron a -20 °C, determinando sobre ellos el contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante.

Determinación de fenoles totales (12)

Para la determinación de fenoles totales se empleó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. En cuanto a la metodología, se preparó una curva de calibración de ácido caféico entre 0-3,75 mg/L de concentración final en metanol. El extracto de cada una de las variedades de película plateada (100 μ l) se mezcló con 750 μ l de solución al 10 % del reactivo de Folin-Ciocalteu y se dejó en reposo durante 5 min; posteriormente se adicionaron 750 μ l de una solución al 6 % de bicarbonato de sodio, se agitó y se dejó reaccionando en la oscuridad durante 90 min a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a 765 nm. Los resulta-

dos se expresaron como gramos de ácido caféico por 100 g de película plateada.

Determinación de la actividad antioxidante

Para la determinación de la actividad antioxidante se emplearon tres métodos colorimétricos.

Método del ABTS (12)

El compuesto cromógeno ABTS (2,2'-azino-bis(ácido-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) de color azul al reaccionar con persulfato de potasio genera el radical catiónico ABTS^{•+} de color azul verdoso, el cual presenta máximos de absorción a 414, 645, 734 y 815 nm. La presencia de un antioxidante decolora el radical ABTS^{•+}, disminuyendo la coloración. Algunas ventajas de este método son su estabilidad y su reproducibilidad, además de usarse tanto en medios lipofílicos como hidrofílicos.

El trolox (ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) es usado como antioxidante estándar y corresponde a un análogo de la vitamina E, por tanto los resultados relacionados a la actividad antioxidante normalmente se expresan como mmol de trolox por 100 g de muestra.

En cuanto al desarrollo experimental, se preparó una solución de ABTS 7 mM y persulfato de potasio 2,50 mM en agua; se mezclaron y se agitaron en la oscuridad durante 16 h a 4 °C. La muestra fue diluida en metanol hasta obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,2$ a 734 nm. La curva de calibración se preparó con patrón de trolox 5 mM, en un rango de 0-15

μM en metanol; para la construcción de la curva de calibración se tomaron 1000 μl del reactivo catión radical ABTS^{•+}, se adicionaron 10 μl de las soluciones de trolox, se dejó reaccionar durante 6 min a 30 °C y se leyeron las absorbancias a 734 nm. Las muestras se analizaron de igual manera que los patrones, cada 10 min durante 2 h, hasta encontrar un valor de absorbancia constante. El resultado se expresó como mmol de trolox por 100 g de película plateada.

Método del DPPH (12)

El compuesto DPPH (1,1,-difeníl-2-picrilhidrazil) se caracteriza por tener un electrón desapareado, que es un radical libre estabilizado por resonancia; esta deslocalización le otorga una coloración violeta caracterizada por un máximo de absorción a 515 nm. Cuando se tiene una disolución de DPPH y esta entra en contacto con una sustancia que puede donar un átomo de hidrógeno o con otra especie radical, se produce la forma reducida DPPH-H, con la consecuente decoloración del radical DPPH^{•+} por antioxidantes.

En cuanto al desarrollo experimental, se preparó una solución de DPPH 0,1 mM en metanol, y se diluyó hasta obtener una absorbancia de 1,1. La curva de calibración se preparó con trolox 1 mM entre 0-25 μM concentración final en metanol. Para la preparación de la muestra se adicionaron 25 μl del extracto de fenoles a 975 μl del reactivo DPPH, y se leyó la absorbancia cada 10 min durante 2 h hasta encontrar una absorbancia constante, mientras que los patrones se midieron una sola vez a los 7 min de reacción. El

resultado se expresó como mmol de trolox por 100 g de película plateada.

Método de FRAP (12)

El método FRAP mide la capacidad que tiene una sustancia de reducir un complejo de hierro férrico con la molécula tripiridil-s-triazina (TPTZ) a su forma ferrosa a pH ácido; la coloración resultante se debe a la formación del complejo ferroso que absorbe a una longitud de onda de 593 nm. La ventaja que presenta el ensayo de FRAP es la rapidez con la que se pueden hacer las medidas, ya que en términos generales la reacción se puede completar entre 10 min y 30 min.

En cuanto a la metodología empleada, se prepararon soluciones patrón de buffer acetato de sodio 300 mM pH 3,6, TPTZ 10 mM en HCL 40 mM, y de FeCl₃ 20 mM en H₂O. Para la preparación del reactivo se mezclaron 2,5 ml de la solución de TPTZ con 2,5 ml de solución FeCl₃; se agitó y se observó la formación de un complejo azul, y por último se adicionaron 25 ml del buffer de acetato. La curva de calibración se realizó con trolox en un rango de 0-44 μ M concentración final en metanol. Para el análisis se tomaron 900 μ l del reactivo de FRAP, se adicionaron 90 μ l de agua y 30 μ l de solución de trolox, se dejó reaccionar durante 4 min a 37 °C y se midió su absorbancia a 593 nm. Para las muestras se repitió el procedimiento llevado para la curva de calibración pero realizando las medidas cada 10 min durante 2 h. El resultado se expresó como mmol de trolox por 100 g de película plateada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La película plateada del café es la fracción que cubre cada grano (endospermo) de café y se separa de este en el proceso de torrefacción, principalmente. Estudios existentes acerca de la composición química y nutricional de la película plateada indican que dicha capa del grano de café presenta una marcada actividad antioxidante y un alto contenido de fibra dietaria (5).

Composición química

La Tabla 1, resume la composición química de la película plateada de las dos variedades de café estudiadas, comparándolas con valores reportados en la literatura para otras variedades. Puede observarse que la película plateada presenta un alto contenido de proteína determinada por el método de Kjeldahl en todas las variedades, lo que llevaría a pensar en primera instancia que es una buena fuente de proteína; sin embargo, al comparar con los resultados obtenidos por el método de Bradford, se observa que la cantidad de proteína real es bastante baja (aproximadamente del 0,5 %), lo cual concuerda con el valor obtenido para un extracto total de proteína determinado por Kjeldahl (datos no reportados). Esto indica que la película plateada contiene un alto contenido de compuestos nitrogenados no proteicos ya que el método de Kjeldahl determina el nitrógeno total presente en una muestra, mientras que el método de Bradford cuantifica el nitrógeno de los aminoácidos aromáticos y los básicos principalmente. Aunque en el presente estudio no se determinaron ni se caracterizaron los compuestos nitrogenados no proteicos, se sabe por estu-

dios reportados en la literatura (6) que algunos de los productos de la reacción de Maillard, como las melanoidinas, son compuestos ricos en nitrógeno, de ahí el alto contenido de proteína reportada en la literatura. En la Figura 2 se observa que la película plateada en las variedades Colombia y Caturra tienen un contenido de proteína total muy similar

(11,8 %), mientras que las muestras de película plateada de café de otros países presentan un contenido mayor, alrededor del 18 %; esta diferencia posiblemente se encuentra relacionada con el proceso de tostión al que se somete el grano, además de las condiciones geográficas de cada país y el grado en que ocurra la reacción de Maillard (5).

Tabla 1. Composición química de la película plateada en las variedades Colombia y Caturra y de las reportadas en la literatura

Película Plateada	Variedad Caturra	Variedad Colombia	Variedad Costa Rica(*) (arábica)	Variedad Etiopía(*) (arábica)	Variedad arábica(**)
Humedad (%)	6,16 ± 0,07	6,29 ± 0,07	-----	-----	7,30 ± 0,04
Cenizas (%)	5,59 ± 0,03	5,78 ± 0,01	-----	-----	7,00 ± 0,2
Grasa (%)	2,11 ± 0,08	2,82 ± 0,04	1,56 ± 0,1	3,15 ± 0,2	2,20 ± 0,1
Proteína total (método de Kjeldahl) (%)	11,91 ± 0,04	11,82 ± 0,07	18,40 ± 0,1	18,50 ± 0,4	18,60 ± 0,6
Proteína real (método de Bradford) (%)	0,55 ± 0,01	0,51 ± 0,01	-----	-----	-----
Fibra insoluble (%)	66,59 ± 0,14	66,88 ± 0,12	57,4 ± 0,5	60,7 ± 0,3	53,7 ± 0,2
Fibra soluble (%)	3,34 ± 0,04	3,27 ± 0,12	5,0 ± 0,5	5,2 ± 0,3	8,8 ± 0,4
Fibra dietaria total (%)	69,93 ± 0,02	70,15 ± 0,01	62,4 ± 0,3	65,9 ± 0,5	62,4 ± 0,6
Azúcares reductores (%)	2,94 ± 0,02	2,63 ± 0,01	-----	-----	0,21 ± 0,01
Carbohidratos totales (%)	72,87 ± 0,07	72,78 ± 0,08	47,0 ± 1,2	34,6 ± 1,3	62,1 ± 1,6

* Fogliano, V.; Napolitano, A. Natural Occurrence of Ochratoxin A and Antioxidant Activities of Green and Roasted Coffees and Corresponding Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. **55**: 10499-10504.

** Borrelli, R. C.; Visconti, A. Characterization of a New Potencial Functional Ingredient: Coffee Silverskin. *J. Agric. Food Chem.* 2004. **52**: 1338-1343.

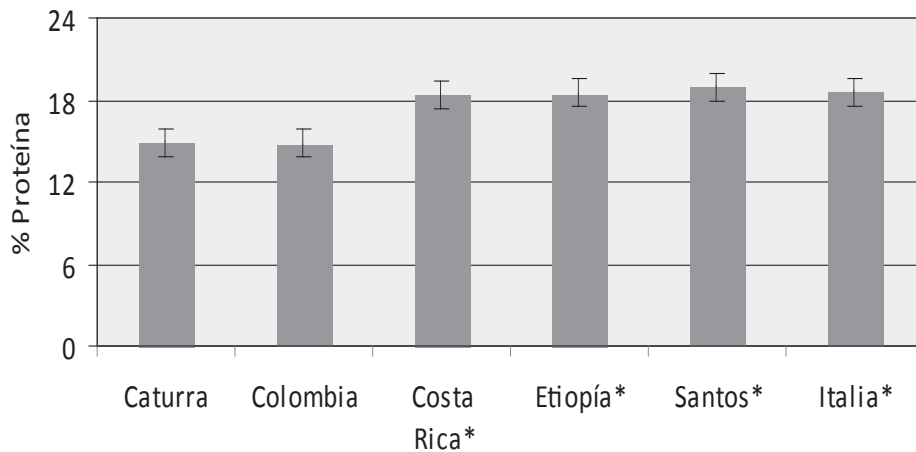


Figura 2. Porcentaje de proteína en la película plateada determinada por el método de Kjeldahl para variedades de café tipo arábica.*

*Fogliano, V.; Napolitano, A. Natural Occurrence of Ochratoxin A and Antioxidant Activities of Green and Roasted Coffees and Corresponding Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. **55**: 10499-10504.

El contenido de cenizas en la película plateada es cercano al 5,6 %, lo que indica un importante contenido de minerales mientras que el contenido de grasa es muy bajo, alrededor del 2,2 %; resultados que concuerdan con lo reportado en la literatura para otras variedades (5, 6).

Los carbohidratos representan el principal componente de la película plateada sin importar la variedad, lo cual muestra que la película plateada del café es un material rico en polisacáridos.

Fibra dietaria total

Resulta muy importante resaltar el contenido de fibra dietaria total (alrededor

del 70 %) determinada por el método de Prosky, donde el componente más relevante es la fibra dietaria insoluble (alrededor del 66,7 %), mientras que la soluble es del 3,3 %. En la Figura 3 se compara el valor obtenido en cada uno de los tipos de fibra dietaria de la película plateada de diferentes variedades de café; se puede resaltar que las variedades colombianas (Caturra y Colombia) presentan un mayor contenido de fibra total, siendo el mayor aporte el de la fibra insoluble, lo que posibilita el uso de esta película plateada en la industria de alimentos para mejorar el proceso digestivo y ayudar a controlar los niveles de colesterol y azúcar en la sangre.

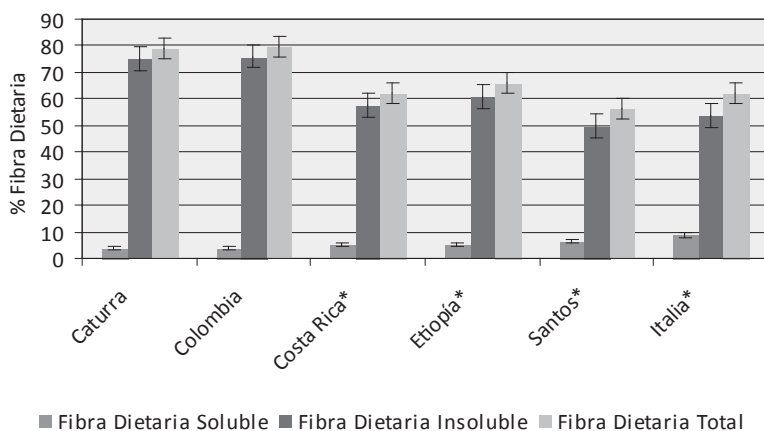


Figura 3. Porcentaje de fibra dietaria determinada por el método enzimático gravimétrico de Prosky para la película plateada proveniente de diferentes variedades de café tipo arábico.*

* Fogliano, V.; Napolitano, A.; Natural Occurrence of Ochratoxin A and Antioxidant Activities of Green and Roasted Coffees and Corresponding Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. **55**: 10499-10504.

En la Tabla 2, al comparar el contenido de fibra dietaria tanto soluble como insoluble de la película plateada con la de otros alimentos (13), puede observarse

que los valores encontrados en este trabajo son mucho más altos, lo que da una alta relevancia a la posible utilización de esta película en la industria de alimentos.

Tabla 2. Alimentos ricos en fibra dietaria soluble e insoluble (gramos de fibra por 100 g de alimento)*

Alimento	Fibra soluble	Fibra insoluble	Fibra total
Película plateada del café	3,75	75,61	79,36
Salvado de trigo	2,05	40,30	42,35
Semillas de linaza	19,90	18,70	38,60
Germen de trigo	6,09	18,63	24,72
Arveja seca	5,10	11,60	16,60
Soya	6,58	8,60	15,18
Centeno	4,70	8,45	13,15
Semillas de sésamo	3,22	7,96	11,18
Cebada	1,70	8,10	9,80

* Cancela, M. Tabla de Alimentos Ricos en Fibra Soluble e Insoluble [Consultado el 19 de agosto 2010]. Disponible en: <http://www.abajarcolestero.com/tabla-de-alimentos-ricos-en-fibra-soluble-e-insoluble/>

Fenoles totales

El contenido de compuestos fenólicos presentes en la película plateada (Tabla 3) fue determinado en el extracto metanol:acetona de cada una de las muestras, y cuantificado por el método de Folin-Ciocalteu. La cantidad de fenoles determinados fue de 1,19 g en variedad Caturra y de 1,30 g en variedad

Colombia (expresados como ácido caféico) por 100 g de película plateada. Aunque en el presente estudio no se hizo la identificación de los compuestos de tipo fenólico existentes en la película plateada, algunas investigaciones⁽⁵⁾ evidencian que el ácido clorogénico y el ácido caféico son los principales fenoles presentes en la película.

Tabla 3. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante para la película plateada de las variedades Colombia y Caturra

Película plateada	Variedad Caturra	Variedad Colombia
Fenoles totales (% de ácido caféico)	1,19 ± 0,02	1,30 ± 0,04
Actividad antioxidante método de FRAP (mmol de trolox/100 g de película)	8,10 ± 0,09	6,71 ± 0,18
Actividad antioxidante método de ABTS (mmol de trolox/100 g de película)	4,36 ± 0,11	3,11 ± 0,10
Actividad antioxidante método de DPPH (mmol de trolox/100 g de película)	1,18 ± 0,02	1,26 ± 0,02

Actividad antioxidante

Los compuestos polifenólicos son una importante fuente de antioxidantes y se encuentran ampliamente distribuidos en frutas, vegetales, cereales y algunas bebidas como el vino, el té y el café (14).

La actividad antioxidante de los extractos metanólicos de la película plateada en las dos variedades estudiadas fue evaluada por tres métodos basados en la habilidad de capturar radicales catiónicos, por interacción con los fenoles provenientes de la muestra. Los tres métodos fueron ABTS, DPPH y FRAP; los dos primeros permiten la cuantificación de la capacidad antioxidante de tipo lipofílica, aunque en el caso del DPPH este es menos preciso y específico en com-

paración con el ABTS, por lo que se espera que en el ensayo de DPPH los resultados sean menores a los determinados por ABTS; el ensayo de FRAP permite estimar la capacidad antioxidante de tipo hidrofílica (12).

En la Tabla 3 se muestran los resultados relacionados con la actividad antioxidante para la película plateada de las variedades Colombia y Caturra; se puede observar que la película plateada proveniente de la variedad Caturra presenta mayor actividad antioxidante, estimada por los métodos FRAP y ABTS, en comparación con la variedad Colombia. Desde el punto de vista químico se puede afirmar que en las dos variedades la actividad antioxidante de la película plateada se debe en mayor proporción a los com-

puestos fenólicos de tipo hidrofílico que a los de tipo lipofílico.

Los resultados obtenidos por el ensayo del DPPH para las muestras analizadas evidencian que en comparación con los obtenidos por ABTS, los valores son menores; esto demuestra que como lo reporta la literatura (12, 15), el ensayo de DPPH resulta ser menos específico y selectivo.

En la Figura 4 se ilustra la comparación de la actividad antioxidante para las variedades Colombia y Caturra con otros tipos provenientes de café de tipo arábico (5, 6). La variedad Colombia presenta un valor de actividad antioxidante muy

similar a la obtenida de la película plateada proveniente del café de Costa Rica, Etiopía y Santos, utilizando el método de ABTS, posiblemente debido a que todos provienen de la misma especie de café, *Coffea arábica*. Los resultados obtenidos por el método de FRAP muestran que en las variedades Colombia y Caturra el valor de la actividad antioxidante es mayor, lo que indica que hay una mayor cantidad de compuestos de tipo hidrofílico, que son los responsables de la capacidad antioxidante en la película; para las demás variedades se encuentra que únicamente la película plateada proveniente de café de Santos presenta una actividad muy similar a la obtenida en la película de la variedad Colombia.

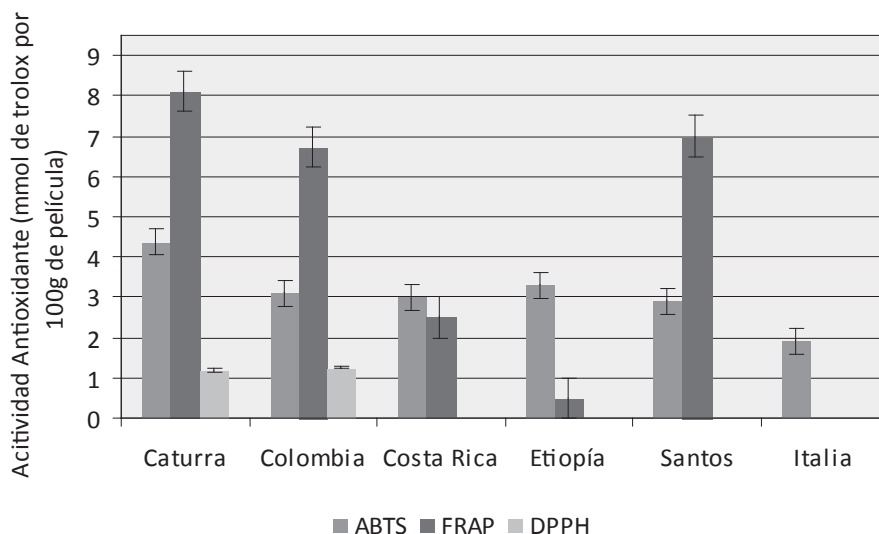


Figura 4. Actividad antioxidante de la película plateada del café (mmol de trolox por 100 g de película) para variedades de café tipo arábico.*

* Fogliano, V.; Napolitano, A. Natural Occurrence of Ochratoxin A and Antioxidant Activities of Green and Roasted Coffees and Corresponding Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. **55**: 10499-10504.

En la Tabla 4 se compara la actividad antioxidante de la película plateada con la de otros alimentos, incluyendo desechos, como el caso de cáscaras de frutas (14) de consumo masivo. Al comparar la actividad antioxidante de las dos variedades de película plateada con la de algunos desechos ob-

tenidos de frutas se observa que este residuo del café presenta una marcada actividad antioxidante y que estaría a nivel de la parte no comestible de frutas (principalmente la cáscara), ricas en un alto contenido de antioxidantes como en el caso de la guayaba, el kiwi y el mango.

Tabla 4. Comparación de la actividad antioxidante de la película plateada de las variedades Colombia y Caturra, medida por el método de FRAP (mmol de trolox por 100 g de producto), con la de pulpa, de cáscara y de semilla de frutas*

Película plateada del café variedad Colombia		6,71 ± 0,18		
Película plateada del café variedad Caturra		8,10 ± 0,09		
	Fruta	Pulpa	Cáscara	Semilla
Kiwi		4,38 ± 0,50	11,13 ± 0,23	----
Guayaba		6,07 ± 0,69	10,24 ± 0,24	4,71 ± 0,24
Naranja		1,89 ± 0,19	5,69 ± 0,26	----
Limón		1,43 ± 0,07	2,30 ± 0,12	0,91 ± 0,07
Cereza		0,99 ± 0,21	2,82 ± 0,29	0,77 ± 0,12
Mango		0,38 ± 0,08	10,13 ± 0,37	14,59 ± 0,55
Banano		0,73 ± 0,11	3,16 ± 0,16	----
Melón		0,24 ± 0,06	0,52 ± 0,07	0,31 ± 0,13

* Fujioka, K.; Shibamoto, T. Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*. 2008. **106**: 217-221.

La actividad antioxidante encontrada en la película del café, proveniente de las variedades Colombia y Caturra, puede ser explicada y analizada si se tiene en cuenta que en dicha capa del fruto del café parte de los compuestos polifenólicos que están presentes en el grano de café se conservan; otros estudios (5, 17, 18) sugieren que esta actividad puede deberse a compuestos producidos en la reacción de Maillard, llamados melanoidinas. Estos compuestos a los que se les otorga la acti-

vidad antioxidante son producto de la reacción del ácido clorogénico o ácido caféico con los polisacáridos, durante la etapa de tostado del grano de café. Aunque en la actualidad no se tenga muy clara la estructura de las melanoidinas (17), se sabe que estas son ricas en grupos polifenólicos y que contienen nitrógeno. Bajo esta hipótesis se puede relacionar y posiblemente atribuir la marcada actividad antioxidante al producto de la reacción de Maillard, como son las melanoidinas.

CONCLUSIONES

La composición química de la película plateada del café en las variedades Colombia y Caturra es muy similar entre ellas y también con las reportadas en la literatura, provenientes de café de otros países.

La película plateada en las dos variedades de café estudiadas presenta un alto contenido de fibra dietaria total, con alta relevancia de fibra insoluble y marcada actividad antioxidante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Colombia, a la Federación Nacional de Cafeteros, al grupo de investigación Estudio de los Cambios Químicos y Bioquímicos de Alimentos Frescos y Procesados del Departamento de Química.

REFERENCIAS

- González de Miguel C. Producción de café en Honduras: modelado de las relaciones cafeto-arbolado. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, Universidad Politécnica de Madrid. 2007.
- Publicación de la Federación Nacional de Cafeteros. "El Café de Colombia". 2007. [Consultado el 17 de mayo de 2010]. Disponible en: <http://www.federaciondecafeteros.org/elcafede colombia.pdf>
- Guerrero, J. Estudio de diagnóstico y diseño de beneficios húmedos de café. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA Nicaragua-Promecafé. 2007.
- Saenger, M.; Hartge, E.U. Combustion of Coffee Husks, *Renewable Energy*. 2001. **23**: 103-121.
- Borrelli, R. C.; Visconti, A. Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silver-skin. *J. Agric. Food Chem.* 2004. **52**: 1338-1343.
- Fogliano, V.; Napolitano, A. Natural Occurrence of Ochratoxin A and Antioxidant Activities of Green and Roasted Coffees and Corresponding Byproducts. *J. Agric. Food Chem.* 2007. **55**: 10499-10504.
- Mora, A. Contribución al estudio químico de la película plateada del grano de café. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. 1988.
- Daglia, M.; Papetti, A. In vitro antioxidant and ex vivo protective activities of green and roasted coffee. *J. Agric. Food Chem.* 2000. **48**: 1449-1454.
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 945-15, 945.18, 993.19. AOAC, 16^a Edition, 3^a Revision Vol. II 1997. Publicado por AOAC International. Maryland USA. 1997.
- López, E.; Anzola, C. Guías de laboratorio de bioquímica. Notas de clase. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. 2005.
- TDF100A-1KT. Kit para la Determinación del Contenido de Fibra Total [Consultado el 18 de

- febrero de 2010]. Disponible en: <http://www.sigmaaldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma/Bulletin/1/tdf100a-tdfc10-pl.Par.0001.File.tmp/tdf100a-tdfc10-pl.pdf> Sigma Aldrich-Total Dietary Fiber Assay Kit.
12. Espinel, M. Capacidad antioxidante y ablandamiento de la guayaba palmera ICA I (*Psidium guajava*). Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Química. 2010.
 13. Cancela, M. Tabla de alimentos ricos en fibra soluble e insoluble [Consultado el 19 de agosto 2010]. Disponible en: <http://www.abajarcolessterol.com/tabla-de-alimentos-ricos-en-fibra-soluble-e-insoluble/>
 14. Fujioka, K.; Shibamoto, T. Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*. 2008. **106**: 217-221.
 15. Arnao, M.; Cano, A. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*. 2001. **73**: 239-244.
 16. Guo, C.; Yang, J. Antioxidant activities of peel, pulp, and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*. 2003. **23**: 1719-1726.
 17. Marinova, E.; Toneva, A. Comparison of the Antioxidative properties of Caffeic and Chlorogenic Acids. *Food Chemistry*. 2009. **114**: 1498-1502.
 18. Borrelli, R. C.; Visconti, A. Chemical characterization and antioxidant properties of coffea melanoidins. *J. Agric. Food Chem.* 2002. **58**: 6527-6533.
 19. Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 1956. **28**: 350-356.